



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: 0 554 900 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 93101847.7

(51) Int. Cl. 5: G01D 5/20

(22) Anmeldetag: 05.02.93

(30) Priorität: 06.02.92 DE 4203433

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.08.93 Patentblatt 93/32

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IE IT LI NL PT SE

(71) Anmelder: Magnet-Motor Gesellschaft für
magnetmotorische Technik mbH
Petersbrunner Strasse 4
W-8130 Starnberg(DE)

(72) Erfinder: Ehrhart, Peter, Dr.
Saalburgstr. 24a

W-8000 München 70(DE)
Erfinder: Weck, Werner, Dr.
Fliederweg 11
W-8130 Starnberg(DE)
Erfinder: Gründl, Andreas, Dr.
Haseneinstr. 20
W-8000 München 70(DE)
Erfinder: Hoffmann, Bernhard
Jakob-Tresch-Str. 9
W-8130 Starnberg(DE)

(74) Vertreter: Klunker . Schmitt-Nilson . Hirsch
Winzererstrasse 106
W-8000 München 40 (DE)

(54) Induktiv arbeitender Stellungsdetektor für einen Elektromotor.

(57) Ein die relative Lage des Rotors eines Elektromotors bezüglich dessen Stator ermittelnder Stellungsdetektor besitzt statorseitig eine Energie-Übertragungseinrichtung in Form einer Spule (S1). Die Energie wird in einer mit dem Rotor umlaufenden Spulenanzordnung (R1) empfangen. Der Strom fließt durch eine weitere Spulenanzordnung (R2), die über den Umfang verteilte Rechteck- oder Sinus-Ab-

schnitte besitzt. Statorseitig sind zwei Spulen mit sinusförmigem Verlauf über den Umfang einer Kreisbahn angeordnet. In diesen Spulen (S2,S3) werden zwei von der Rotorstellung abhängige Signale mit sinusförmigem Verlauf erzeugt, die gegeneinander phasenverschoben sind. Diese phasenverschobenen Signale werden in einer Auswerte-Elektronik (16) zu Stellungssignalen verarbeitet.

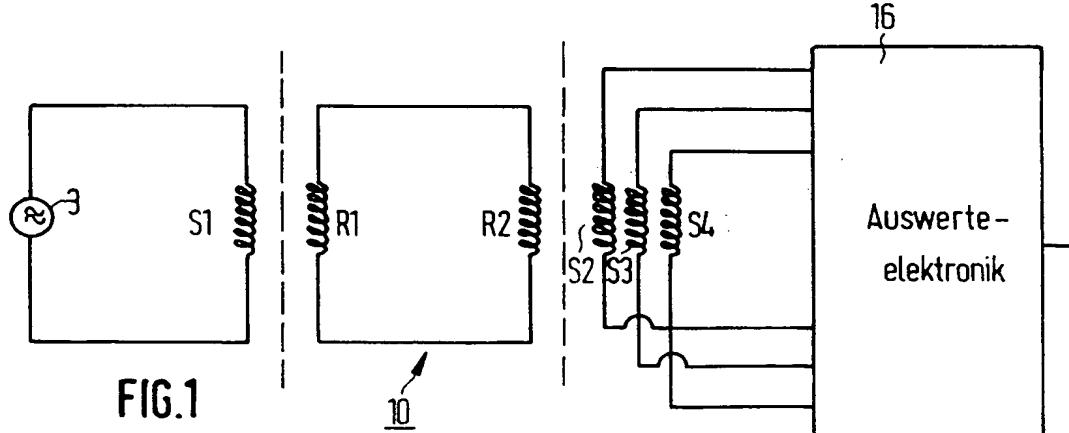


FIG.1

Die Erfindung betrifft einen induktiv arbeitenden Stellungsdetektor zum Ermitteln der relativen Lage des Rotors eines Elektromotors bezüglich des Stators.

Um bei einem Elektromotor, z.B. einem Elektromotor mit Permanentmagnet-Rotor, die Signale zur Kommutierung des Statorspulenstroms verfügbar zu machen, sieht man derartige Stellungsdetektoren vor, die üblicherweise aus Hallelementen bestehen, die an dem Elektromotor angebracht werden. Solche Stellungsdetektoren mit Hallelementen arbeiten zuverlässig, haben jedoch ein ziemlich beschränktes Auflösungsvermögen. Die Kommutierung kann naturgemäß nur so genau und gut erfolgen, wie die Signale die jeweilige Rotorstellung kennzeichnen.

In baulicher Hinsicht sind die bekannten Anordnungen für Stellungsgebersysteme insofern manchmal störend, als es sich um separate am Elektromotor anzubringende Bauteile handelt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen induktiv arbeitenden Stellungsdetektor der eingangs genannten Art anzugeben, der bzw. dessen Einzelteile in den Gesamtaufbau des Elektromotors baulich integriert werden können, wobei der Detektor gleichzeitig ein hohes Auflösungsvermögen hinsichtlich der Rotorstellung aufweisen soll.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß dem Kennzeichnungsteil des Anspruchs 1 durch folgende Merkmale:

- An dem Stator ist eine Energie-Übertragungseinrichtung befestigt;
- an dem Rotor sind eine Energie-Empfangseinrichtung und eine Sendeeinrichtung, diestellungsabhängige Signale liefert, befestigt;
- an dem Stator ist eine Signal-Empfangseinrichtung befestigt; und
- an die Signal-Empfangseinrichtung ist eine Auswerteeinheit angeschlossen, die die von der Signal-Empfangseinrichtung des Stators gelieferten, gegeneinander phasenverschobenen Signale auswertet.

Die Energieübertragung vom Stator auf den Rotor erfolgt induktiv, z.B. durch einen hochfrequenten Wechselstrom mit einer Frequenz von 20 kHz. Die Energie-Empfangseinrichtung und die Sendeeinrichtung sind am Rotor befestigt und drehen sich mit diesem. Es erfolgt eine Signalübertragung zu der Signal-Empfangseinrichtung am Stator, und die empfangenen,stellungsabhängigen Signale werden ausgewertet.

Mit dem erfundungsgemäßen Stellungsdetektor kann eine sehr hohe Auflösung erreicht werden. Die phasenverschobenen Signale sind z.B. ein Sinus- und ein Kosinus-Signal, also um 90° phasenverschobene Signale. Diese gewinnt man speziell dadurch, daß die rotorseitige Sende- und die statorseitige Signal-Empfangseinrichtung zur Er-

zeugung derstellungsabhängigen Signale aus Spulenwindungen bestehen, die sich in Ebenen senkrecht zur Drehachse des Rotors erstrecken. Durch die Spulenwindungen erfolgt die Energie- und Signal-Übertragung vom Rotor zum Stator, d.h. zu den dortigen Spulenwindungen.

Zur Energieübertragung vom Stator auf den Rotor kann man konzentrisch zur Rotorachse liegende Spulenschleifen verwenden, in die man einen hochfrequenten Wechselstrom einkoppelt. Diese Spulenschleifen können rotorseitig und statorseitig ähnlich ausgebildet sein.

Diestellungsabhängigen, phasenverschobenen Signale werden erfundungsgemäß dadurch gewonnen, daß die rotorseitigen Sende- und die statorseitigen Empfangsspulenwindungen in Umfangsrichtung sinusförmigen Verlauf aufweisen. Alternativ können die rotorseitigen Spulenwindungen in Umfangsrichtung etwa rechteckförmigen Verlauf aufweisen.

Mit diesem sinus- bzw. rechteckförmigen Verlauf der Spulenwindungen gewinnt man diestellungsabhängigen Signale, da je nach Stellung des Rotors relativ zu dem Stator eine mehr oder weniger starke induktive Kopplung vorhanden ist.

Die durch den erfundungsgemäßen Stellungsdetektor erhaltenen Signale werden speziell zur Kommutierung verwendet. Hierzu liefert die Auswerteeinheit Stellungssignale an eine Stromrichterelektronik, in der sie z.B. von einer Steuerungssoftware verarbeitet werden.

Zusätzlich oder alternativ zur Verwendung bei der Kommutierung können sie Stellungssignale auch für die Positionierung der Rotorstellung oder zur Drehzahlmessung verwendet werden.

Besonders dann, wenn die Signale zur Kommutierung herangezogen werden, sieht die Erfindung vor, daß die Anzahl der Wellenlängen der rotorseitigen Sende- und der statorseitigen Empfangsspulenwindungen am Umfang jeweils gleich der Polpaarzahl der Erregereinrichtung des Rotors des Elektromotors ist. Alternativ kann die Anzahl der Wellenlängen der rotorseitigen Sende- und statorseitigen Empfangsspulenwindungen am Umfang jeweils einem ganzzahligen Bruchteil der Polpaarzahl der Erregereinrichtung des Rotors entsprechen. Entspricht die Teilung des Stellungsdetektors derjenigen der Erregereinrichtung des Rotors, so werden, abhängig von der Drehzahl, relativ hochfrequente phasenverschobene Signale an die Auswerteeinheit geliefert. Da die Verarbeitungsgeschwindigkeit dieser Auswerteeinheit jedoch begrenzt ist, kann es ausreichend sein, gemäß der genannten Alternative nur einen ganzzahligen Bruchteil der Polpaarzahl zugrunde zu legen. Verteilen sich z.B. über den Umfang des Rotors 21 Polpaare, so ist der erste "ganzzahlige Bruchteil" 7, d.h. in diesem Fall können sich z.B. sieben

Wellenlängen der rotorseitigen und der statorseitigen Spulenwindungen über den Umfang erstrecken.

Eine besonders kompakte Bauweise des Elektromotors bei guter induktiver Kopplung zwischen den Spulenwindungen auf der Rotorseite einerseits und der Statorseite andererseits wird erreicht, indem sämtliche stator- und sämtliche rotorseitigen Sende- und Empfangseinrichtungen jeweils auf einer gemeinsamen Scheibe untergebracht sind. Auf den Scheiben sind die Spulenwindungen als Leiterbahnen ausgebildet. Die Herstellung solcher Spulen ist an sich bekannt.

Um speziell die phasenverschobenen Signale zu erhalten, insbesondere um 90° phasenverschobene Sinus-Signale, also ein Sinus-Signal und ein Kosinus-Signal, sieht die Erfindung vor, daß die beiden phasenverschobenen Signale der statorseitigen Signal-Empfangseinrichtung durch zwei gegeneinander phasenverschobene Spulenleiterbahnen auf der Vor-der- und Rückseite der Leiterplatte erzeugt werden. Die Leiterplatte für die Leiterbahnen der rotorseitigen Spulenwindungen hat naturgemäß einen gewissen Abstand von der Platte, die die Leiterbahnen der statorseitigen Spulenwindungen trägt. Wenn man die Leiterbahnen auf der rotorseitigen Leiterplatte "außen" vorsieht, so daß sie den Leiterbahnen auf der statorseitigen Leiterplatte direkt gegenüberliegen, so haben die anderen Leiterbahnen auf der dem Rotor abgewandten Rückseite der statorseitigen Leiterplatte einen größeren Abstand von den rotorseitigen Spulenwindungen als die auf der Vorderseite der statorseitigen Leiterplatte befindlichen Leiterbahnen.

Dies wirkt sich so aus, daß die in den beiden Leiterbahnen der statorseitigen Signal-Empfangseinrichtung induziertenstellungsabhängigen Signale unterschiedlich große Amplituden besitzen. Hier kann man durch geeignete Verstärkung/Dämpfung in der Auswerteeinheit eine Anpassung vornehmen.

Eine vergleichsweise bessere Lösung gemäß der Erfindung sieht jedoch vor, daß die beiden phasenverschobenen Signale der statorseitigen Signal-Empfangseinrichtung durch zwei gegeneinander phasenverschobene Spulenleiterbahnen, deren jeweils erste Wellenlängenhälften auf der Vorder- bzw. Rückseite, und deren jeweils zweite Wellenlängenhälften auf der Rück- bzw. Vorderseite der Leiterplatte liegen, erzeugt werden. Damit liegen die Leiterbahnen "virtuell" beide in der Mittelebene der statorseitigen Leiterplatte. Man erhält also aus beiden Spulen Signale gleicher Amplitude.

Um zu vermeiden, daß die signalabhängigen Stellungssignale durch Störsignale beeinträchtigt werden, müssen Sendeleistung und Empfangsvermögen in geeigneter Weise bemessen sein. Die Amplituden der Nutzsignale müssen ausreichend größer sein als etwaige Störsignale. Andererseits

müssen die Stellungssignale klein genug sein, um die Elektronik in der Auswerteeinheit nicht zu stark zu belasten. Demgemäß sieht die Erfindung vor, daß die Abstände zwischen feststehendem und rotierendem Teil nicht über 30 mm liegen.

Statorseitig ist erfindungsgemäß noch mindestens eine Empfangsspulenwindung vorgesehen. Sie empfängt als Referenzgröße die Trägerfrequenzsignale entweder der statorseitigen Sendereinrichtung und/oder der rotorseitigen Sendeeinrichtung, in jedem Fall jedoch in der korrekten Phasenlage. Das statorseitig empfangenestellungsabhängige Sinus- bzw. Kosinus-Signal (amplitudenmodulierte Trägerfrequenz) kann in Kombination mit dem Referenzsignal ausgewertet werden, um beispielsweise weitgehend störungsunabhängig zu sein.

Zwischen zwei Polwechseln kann durch die Überlagerung der beiden statorseitig empfangenen Signale prinzipiell jede Stellung detektiert werden, die praktische Auflösung ist nur durch das Auflösungsvermögen der Auswerteelektronik begrenzt. Deren Signale können direkt von der Steuerungssoftware der Stromrichterelektronik weiterverarbeitet werden. Man kann auch Defekte des Stellungsdetektors erkennen.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Funktions-Blockschaltbild eines Stellungsdetektors für einen Elektromotor;

Fig. 2 eine Teil-Schnittansicht eines Elektromotors mit Permanentmagnet-Rotor;

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine am Rotor angebrachte Spulenanordnung;

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Vorderseite einer mit einer Spulenanordnung bestückten, statorseitigen Leiterplatte; und

Fig. 5 eine Draufsicht auf die Rückseite der statorseitigen Leiterplatte.

Fig. 1 zeigt ein funktionelles Blockschaltbild eines induktiv arbeitenden Stellungsdetektors.

Eine HF-Wechselspannungsquelle 3, die eine HF-Wechselspannung von 20 kHz liefert, ist auf der Statorseite an eine statorseitige, feststehende Spule S1 angeschlossen. Diese Spule S1 induziert in einer rotorseitigen Spule R1 einen Strom, der auch durch eine weitere Spule R2 fließt. Die beiden Spulen R1 und R2 sind an dem Rotor 10 befestigt und drehen sich mit dem Rotor.

Die Spule R2 induziert in statorseitig vorhandenen Spulen S2 und S3 Spannungen, die in der Phase gegeneinander um 90° versetzt sind. In der Spule S4 wird eine von der Stellung des Rotors unabhängige Referenzspannung induziert, die die Trägerfrequenz phasenrichtig detektiert und deren

Amplitude angibt. Die von den Spulen S2, S3 und S4 kommenden Signale werden von einer Auswerte-Elektronik 16 verarbeitet.

Fig. 2 zeigt die bauliche Ausgestaltung des Stellungsdetektors. Ein Elektromotor 2 besitzt in einem Kunststoffgehäuse 4 einen Stator 6 mit hier nicht näher dargestellten Feldspulen. Auf einer Drehwelle 8 ist ein Rotor 10 mit Permanentmagneten befestigt. Bei diesem Beispiel sind über den Umfang des Rotors 10 z.B. 42 Magneten angeordnet, so daß 21 Polpaare vorhanden sind.

An der links in **Fig. 2** dargestellten Stirnfläche des Rotors 10 befindet sich eine Leiterplatte 14, auf der in der nachfolgend beschriebenen Weise in Form von Leiterbahnen Spulenwindungen ausgebildet sind. Der Leiterplatte 14 liegt eine am Stator 6 bzw. am Gehäuse 4 befestigte Leiterplatte 12 mit gewissem Abstand gegenüber. Auf beiden Seiten der Leiterplatte 12 sind Spulenwindungen ausgebildet.

Fig. 3 zeigt die Leiterbahnen auf der der Leiterplatte 12 zugewandten Seite der Leiterplatte 14. Man erkennt die als zwei Spulenwindungen aufweisende Spule R1, die konzentrisch zu der Drehachse A der Rotorwelle 8 angeordnet ist. An einer Übergangsstelle 18 geht die kreisförmige Spule R1 über in die Spule R2, die bei dieser Ausführungsform aus einer sich über den gesamten Umfang erstreckenden, rechteckig verlaufenden Leiterbahn besteht.

Fig. 4 und 5 zeigen die Leiterbahnen auf der Leiterplatte 12, und zwar zeigt **Fig. 4** die Vorderseite 12_V, die der Leiterplatte 14 mit den Spulen R1 und R2 zugewandt ist. **Fig. 5** zeigt die Rückseite 12_R der Leiterplatte 12.

In der gleichen radialen Höhe wie die Spule R1 an der Leiterplatte 14 sind auf beiden Seiten der Leiterplatte 12 ringförmige Spulenwindungs-Leiterbahnen ausgebildet, die zusammen die Spule S1 bilden.

Radial außerhalb der Spule S1 befinden sich sinusförmig verlaufende Leiterbahnen, die die Spulen S2 und S3 bilden. Wie aus der Zeichnung hervorgeht, befindet sich jeweils eine halbe Wellenlänge sowohl der Spule S2 als auch der Spule S3 auf der Vorderseite 12_V, während die andere Hälfte sich auf der Rückseite 12_R befindet. Damit haben beide Spulen S2 und S3 im Mittel den gleichen Abstand von der mit dem Rotor drehenden Spule R2.

Wie anhand der **Fig. 1** erläutert, erfolgt die Energieübertragung durch induktive Kopplung zwischen den Spulen S1 auf der Seite des Stators einerseits und der Spule R1 auf der Seite des Rotors andererseits. Der durch die Spule R1 fließende Strom fließt auch durch die Spule R2. Abhängig von der relativen Lage zwischen den einzelnen rechteckigen Abständen der Spule R2 einer-

seits und den sinusförmigen Abschnitten der Spulen S2 und S3 andererseits wird in den Spulen S2 und S3 eine mehr oder weniger starke Spannung induziert. Beim Drehen des Rotors ergibt sich in den Spulen S2 und S3 jeweils ein Spannungsverlauf, bei dem ein sinusförmiges Signal die Trägerfrequenz amplitudenmoduliert.

Zwischen den in den Spulen S2 und S3 fließenden Strömen existiert eine Phasenverschiebung um 90°. Mithin läßt sich aus diesen Signalen ein Stellungssignal für den Rotor ermitteln, welches kennzeichnend ist für die relative Lage des Rotors in bezug auf den Stator, und zwar im Rahmen jeweils einer Teilung der Polpaare des Rotors, da bei dieser Ausführungsform die Anzahl der Windungen sowohl der sinusförmigen Leiterbahnen der Leiterplatte 12 als auch der rechteckförmigen Leiterbahn der Spule R2 der Anzahl der Polpaare entspricht.

Die von den Spulen S2 und S3 gelieferten Signale werden in der Auswerte-Elektronik 16 (**Fig. 1 und 2**) zu Stellungssignalen verarbeitet, wie es an sich bekannt ist. Es sei angemerkt, daß in **Fig. 2** die Verbindungsleitungen nicht dargestellt sind. Die Leiterbahnen auf der Leiterplatte 12 sind mit der Auswerte-Elektronik 16 elektrisch verbunden, wie es schematisch in **Fig. 1** gezeigt ist.

Man kann auch eine geringere Anzahl von Wellenlängen für die Spulen R2, S2 und S3 vorsehen, wobei die Anzahl dann einem ganzzahligen Bruchteil der Anzahl der Polpaare entspricht. Bei diesem Ausführungsbeispiel, also bei 42 Magneten am Rotor, das sind 21 Polpaare, können z.B. sieben "Wellenlängen" der Spulen vorhanden sein.

Patentansprüche

1. Induktiv arbeitender Stellungsdetektor zum Ermitteln der realtiven Lage des Rotors (10) eines Elektromotors bezüglich des Stators, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - An dem Stator (6) ist eine Energie-Übertragungseinrichtung (S1) befestigt;
 - an dem Rotor (10) sind eine Energie-Empfangseinrichtung (R1) und eine Sendereinrichtung (R2), die stellungsabhängige Signale liefert, befestigt;
 - an dem Stator (6) ist eine Signal-Empfangseinrichtung (S2,S3) befestigt; und
 - an der Signal-Empfangseinrichtung (S2,S3) ist eine Auswerteeinheit (16) angeschlossen, die die von der Signal-Empfangseinrichtung (S2,S3) des Stators gelieferten, gegeneinander phasenverschobenen Signale auswertet.
2. Stellungsdetektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die rotorseitige Sende- und die statorseitige Signal-Empfangseinrichtung (R2;S2,S3) zur Erzeugungstellungsabhängiger Signale aus Spulenwindungen bestehen, die sich in Ebenen senkrecht zur Drehachse des Rotors (10) erstrecken.

3. Stellungsdetektor nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die rotorseitigen Sende- und die statorseitigen Empfangsspulenwindungen (R2,S2,S3) in Umfangsrichtung sinusförmigen Verlauf aufweisen.

4. Stellungsdetektor nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die rotorseitigen Sendespulenwindungen (R2) in Umfangsrichtung einen etwa rechteckförmigen Verlauf und die statorseitigen Empfangsspulenwindungen (S2,S3) in Umfangsrichtung sinusförmigen Verlauf aufweisen.

5. Stellungsdetektor nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Anzahl der Wellenlängen der rotorseitigen Sende- und der statorseitigen Empfangsspulenwindungen am Umfang jeweils gleich der Polpaarzahl der Erregereinrichtung des Rotors (10) des Elektromotors (2) ist.

6. Stellungsdetektor nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Anzahl der Wellenlängen der rotorseitigen Sende- und der statorseitigen Empfangsspulenwindungen am Umfang jeweils einem ganzzahligen Bruchteil der Polpaarzahl der Erregereinrichtung des Rotors (10) des Elektromotors entspricht.

7. Stellungsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß sämtliche stator- und sämtliche rotorseitigen Sende- und Empfangseinrichtungen jeweils auf einer gemeinsamen Scheibe untergebracht sind.

8. Stellungsdetektor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Sende- und Empfangseinrichtungen durch Leiterbahnen auf den als Leiterplatten ausgeführten Scheiben realisiert sind.

9. Stellungsdetektor nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die beiden phasenverschobenen Signale

5

der statorseitigen Empfangseinrichtung durch zwei gegeneinander phasenverschobene Spulenleiterbahnen auf der Vorder- und Rückseite der Leiterplatte erzeugt werden.

10. Stellungsdetektor nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die beiden phasenverschobenen Signale der statorseitigen Signal-Empfangseinrichtung (S2,S3) durch zwei gegeneinander phasenverschobene Spulenleiterbahnen, deren jeweils erste Wellenlängenhälften auf der Vorder- bzw. Rückseite und deren jeweils zweite Wellenlängenhälften auf der Rück- bzw. Vorderseite der Leiterplatte (12) liegen, erzeugt werden.

11. Stellungsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die stator- und rotorseitigen Sende- und Empfangseinrichtungen einen Abstand in Richtung der relativen Drehachse von maximal 30 mm aufweisen.

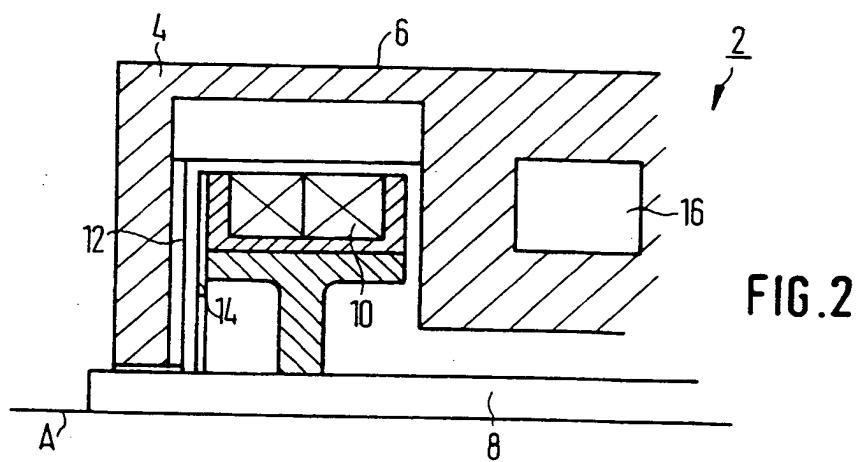
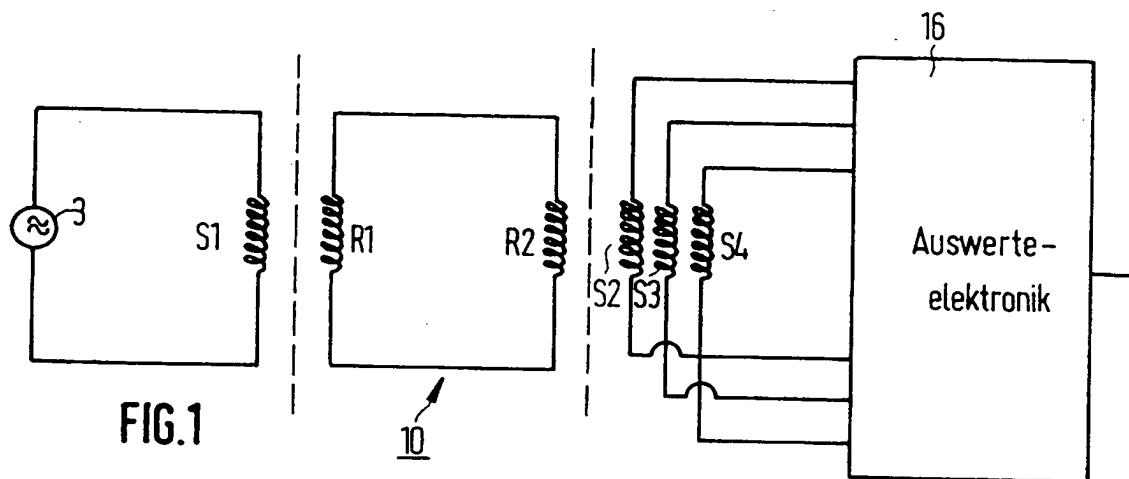
12. Stellungsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß es bevorzugt bei Elektromotoren mit permanentmagnetisch erregten Rotoren eingesetzt wird.

13. Stellungsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß die statorseitige Empfangseinrichtung (S2-S4) Empfangsspulenwindungen (S4) zurstellungsunabhängigen Feststellung einer von der Frequenz des Energieübertragungssignals abgeleiteten Referenzgröße aufweist.

14. Stellungsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Ausgangssignal der Auswerteelektronik zusätzlich für die Rotorlage-Positionierung und/oder die Drehzahlauswertung verwendet wird.

50

55



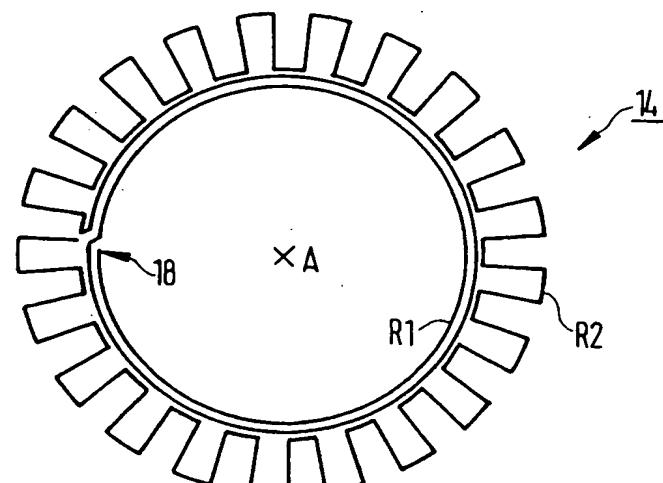


FIG. 3

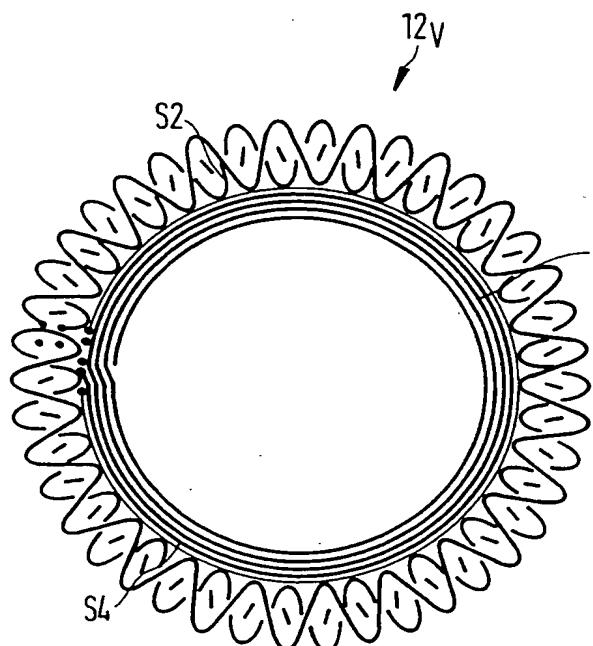


FIG.4

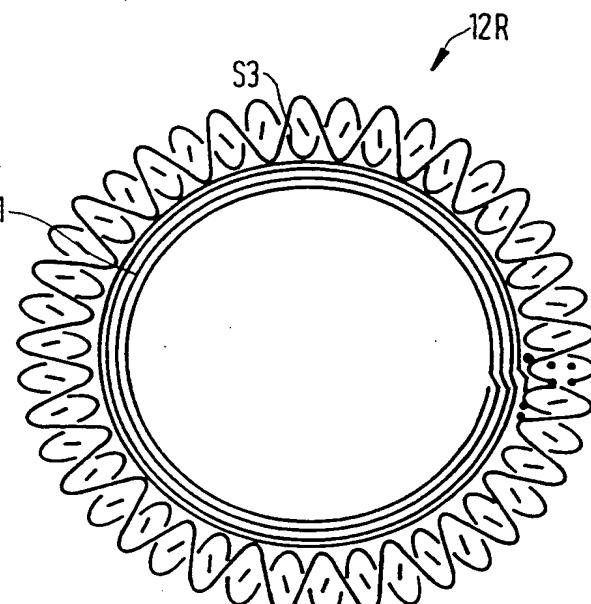


FIG.5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 1847

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)						
Y	EP-A-0 443 148 (ROBERT BOSCH GMBH) * Spalte 3, Zeile 16 - Spalte 4, Zeile 51; Abbildungen 1,2 *	1,2,7-9, 14	G01D5/20						
Y	CH-A-548 016 (INDUCTOSYN CORPORATION) * Spalte 11, Zeile 20 - Spalte 12, Zeile 17; Abbildung 5 *	1,2,7-9, 14							
A	-----	3,4,10							
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)									
G01D									
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchemort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>19 MAI 1993</td> <td>CHAPPLE I.D.</td> </tr> </table> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus anderem Grunde angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>				Recherchemort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	19 MAI 1993	CHAPPLE I.D.
Recherchemort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	19 MAI 1993	CHAPPLE I.D.							